



**KAJIAN AKTIVITAS ENZIM HIDROLISIS SUKROSA DAN
PERTUMBUHAN TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.) MUTAN
GENERASI KEDUA**

SKRIPSI

Oleh
Sarwienda Cahya Utari
NIM. 121510501088

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**KAJIAN AKTIVITAS ENZIM HIDROLISIS SUKROSA DAN
PERTUMBUHAN TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.) MUTAN
GENERASI KEDUA**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Agroteknologi (S1) dan
mencapai gelar Sarjana Pertanian

Oleh
Sarwienda Cahya Utari
NIM. 121510501088

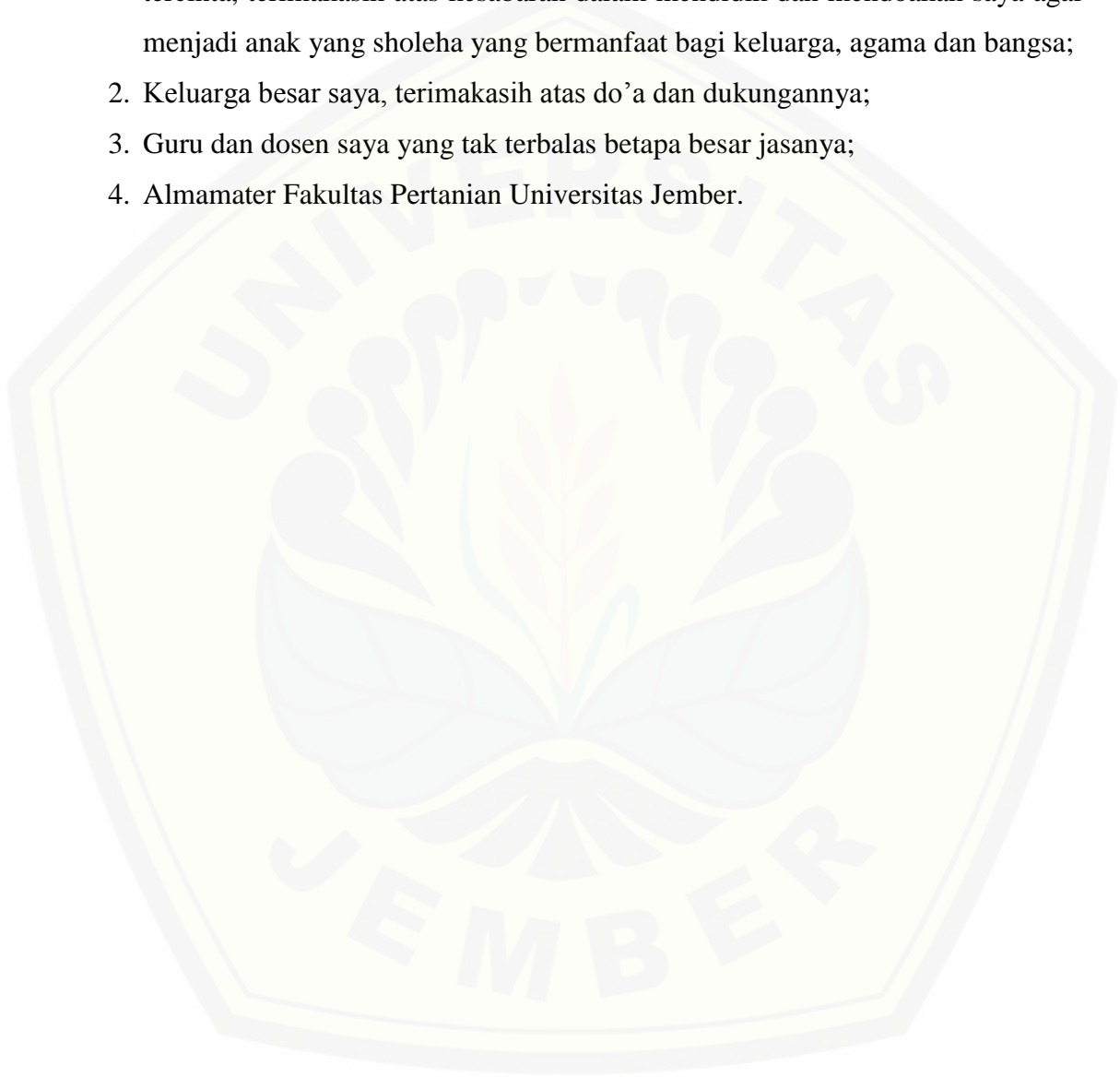
**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2016

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Ibunda Endang Andayani dan Ayahanda Saprawi tercinta, terimakasih atas kesabaran dalam mendidik dan mendoakan saya agar menjadi anak yang sholeha yang bermanfaat bagi keluarga, agama dan bangsa;
2. Keluarga besar saya, terimakasih atas do'a dan dukungannya;
3. Guru dan dosen saya yang tak terbalas betapa besar jasanya;
4. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain) dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(QS Al Insyirah 6-8)

“Orang yang hebat tidak dihasilkan melalui kemudahan, kesenangan dan kenyamanan. Mereka dibentuk melalui kesukaran, tantangan dan bahkan air mata”

(Dahlan Iskan)

“Orang-orang hebat di bidang apapun bukan baru bekerja karena mereka terinspirasi, namun mereka menjadi terinspirasi karena mereka lebih suka bekerja.

Mereka tidak menyia-nyiakan waktu untuk menunggu inspirasi”

(Ernest Newman)

“Musuh yang paling berbahaya di atas dunia ini adalah penakut dan bimbang. Teman yang paling setia, hanyalah keberanian dan keyakinan yang teguh”

(Andrew Jackson)

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”

(Thomas Alva Edison)

MAN JADDA WA JADA

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sarwienda Cahya Utari

NIM : 121510501088

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Kajian Aktivitas Enzim Hidrolisis Sukrosa dan Pertumbuhan Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Mutan Generasi Kedua”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 19 Desember 2016

Yang menyatakan,

Sarwienda Cahya Utari

NIM 121510501088

SKRIPSI

**KAJIAN AKTIVITAS ENZIM HIDROLISIS SUKROSA DAN
PERTUMBUHAN TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.) MUTAN
GENERASI KEDUA**

Oleh

Sarwienda Cahya Utari

NIM. 121510501088

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Miswar, M.Si.

NIP : 19641019 1990021 002

Dosen Pembimbing Anggota : Ummi Sholikhah, SP., M.P.

NIP : 19781130 200812 2 001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Kajian Aktivitas Enzim Hidrolisis Sukrosa dan Pertumbuhan Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Mutan Generasi Kedua” telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : 19 Desember 2016

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr.Ir, Miswar, M.Si

NIP. 19641019 199002 1002

Ummi Sholikhah, SP., M.P.

NIP. 19781130 200812 2 001

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Prof. Dr. Ir. Sri Hartatik, MS.

NIP. 19600317 198303 2001

Tri Handoyo, SP., M.Agr., Ph.D

NIP. 19711202 199802 1001

Mengesahkan

Dekan,

Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D.

NIP. 196005061987021001

RINGKASAN

KAJIAN AKTIVITAS ENZIM HIDROLISIS SUKROSA DAN PERTUMBUHAN TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.) MUTAN GENERASI KEDUA; Sarwienda Cahya Utari, 121510501088; 2016; 55 halaman; Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Produksi gula nasional yang semakin menurun menyebabkan tidak terpenuhinya permintaan kebutuhan konsumsi gula masyarakat Indonesia. Penyebab tidak terpenuhinya produksi gula untuk masyarakat tersebut terjadi karena rendemen yang dihasilkan rendah yang diakibatkan oleh adanya reaksi inversi. Perakitan tebu mutasi merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk meningkatkan rendemen tebu sehingga diharapkan dapat memenuhi kebutuhan gula nasional. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya diperoleh hasil sukrosa tebu mutan varietas PS 862 mencapai 138,67 mg/g, sedangkan kandungan sukrosa pada tebu kontrol hanya 98,29 mg/g. Sehingga percobaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan sukrosa, gula reduksi dan aktivitas enzim invertase pada daun tebu mutan kedua.

Percobaan ini dilakukan di Green house Fakultas Pertanian, Universitas Jember mulai bulan Januari – Juni 2016. Analisis aktivitas enzim penghidrolisis sukrosa, kandungan sukrosa dan gula reduksi pada daun tanaman tebu dilakukan di Laboratorium Pemuliaan Tanaman Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Jember. Penelitian menggunakan 5 genotip tebu varietas PS 862 dengan 4 genotip tebu mutan dan 1 genotip tebu non mutan. Genotip batang tebu yang akan dijadikan sebagai bahan tanam terdiri dari genotip tebu dengan kandungan sukrosa 13,69% (G1), genotip tebu dengan kandungan sukrosa 11,89% (G2), genotip tebu dengan kandungan sukrosa 12,67% (G3), genotip tebu dengan kandungan sukrosa 13,87% (G4) dan 1 genotip tebu non mutan (kontrol) (G0). Masing-masing genotip diambil 4 ruas untuk ditanam kembali sehingga total unit percobaan sebanyak 20 unit.

Pengamatan dan pengambilan sampel daun dilakukan pada saat tanaman telah berumur 5 bulan. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan genotip tebu mutan G4 memiliki rata-rata tinggi tanaman yang cenderung lebih tinggi

dibandingkan dengan genotip tebu non mutan yaitu 291,25 cm. Rata-rata jumlah anakan tanaman tebu mutan G3 memiliki rata-rata jumlah anakan yang cenderung lebih banyak dibandingkan dengan genotip tebu tanaman non mutan yaitu 10 batang. Pengamatan parameter jumlah ruas menunjukkan tanaman tebu mutan genotip G2 memiliki rata-rata jumlah ruas yang cenderung lebih banyak dibandingkan dengan rata-rata jumlah ruas tanaman tebu non mutan yaitu 15,75 ruas. Parameter diameter batang tanaman tebu mutan genotip G2 memiliki rata-rata diameter batang yang cenderung lebih besar dibandingkan dengan rata-rata diameter batang tanaman tebu non mutan yaitu 1,23 cm.

Selain pengamatan pertumbuhan tanaman, pengamatan terhadap aktivitas biokimia juga dilakukan. Pengamatan aktivitas enzim *alkaline invertase* menunjukkan bahwa rata-rata kandungan enzim *alkaline invertase* pada tanaman tebu genotip G0 cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata aktivitas enzim *alkaline invertase* daun tanaman tebu mutan yaitu 25,50 mg GR/ 0,0046 mg protein / 20 menit. Sama halnya dengan aktivitas enzim *alkaline invertase*, aktivitas enzim *acid invertase* dan aktivitas enzim *neutral invertase* menunjukkan rata-rata daun tanaman tebu non mutan memiliki aktivitas enzim yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman tebu mutan yaitu 26,30 mg GR/ 0,0046 mg protein/ 20 untuk *acid invertase* dan 25,82 mg GR/ 0,0046 mg protein/ 20 menit untuk *alkaline invertase*.

Pengamatan kandungan sukrosa dan gula reduksi daun dilakukan pada saat tanaman tebu telah berumur 5 bulan. Hasil pengamatan menunjukkan keragaman kandungan sukrosa dan gula reduksi pada daun tanaman tebu. Genotip tebu non mutan memiliki kandungan gula reduksi dan sukrosa daun yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan gula reduksi dan sukrosa daun tanaman tebu mutan yaitu 8,26 mg/g dan 1,22 mg/g.

SUMMARY

STUDY OF SUCROSE HYDROLYSIS ENZYME ACTIVITIES AND GROWTH OF PLANT SUGARCANE (*Saccharum officinarum* L.) OF MUTANT'S SECOND GENERATION; Sarwienda Cahya Utari, 121510501088; 2016; 55 page; Agrotechnology Department, Agriculture Faculty, University of Jember.

National sugar production is decreased causing the unfulfilled demand for sugar consumption of Indonesian society. The cause of non-fulfillment of sugar production for the society occurred because of the yield which is produced is low caused by inversion reaction. Assembling of cane mutation is one of the solution that can be used to increase the yield of sugarcane which are expected to recover the needs of the national sugar. Based on the previous research, results obtained from mutant varieties of sugarcane sucrose PS 862 reached 138.67 mg / g, while the sucrose content of the sugarcane control only 98.29 mg / g. So we can conclude that this experiment was conducted to determine the content of sucrose, reducing sugar and the enzyme invertase activity in the second mutant of sugar cane leaves.

These experiments were conducted in the Green house of the Faculty of Agriculture, University of Jember start from January-June 2016. Analysis of enzyme activity hidrolisis sucrose, sucrose and reducing sugar in the sugar cane plant leaves were conducted in the Laboratory of Plant Breeding Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, University of Jember. This Research using five genotypes of sugarcane varieties with PS 862 consist of 4 genotype of mutant sugarcane and 1 genotype of non-mutant sugarcane. Genotype of sugarcane which will be used as planting material consist of sugarcane genotype which contain of 13.69% sucrose (G1), sugarcane genotype which contain of 11.89% sucrose (G2), sugarcane genotype which contain of 12.67% sucrose (G3), sugarcane genotype which contain of 13.87% sucrose (G4) and one genotype of non-mutant sugarcane (control) (G0). Each genotype was taken four segments to be replanted, so the total of the experimental unit is 20 units.

Observations and sampling stage for the leaf would be done when the age of the plant reach 5 month. Based on the experiment of the genotype of mutant sugarcane G4 has an average height of plants that tend to be higher than non-mutant genotype cane that is 291.25 cm. The average number of tillers sugarcane plant mutant G3 has an average number of tillers were more likely than the non-mutant genotypes of sugarcane crops which are 10 rods. Observations parameter indicates the number of segments sugarcane plant mutant genotypes G2 has an average number of segments that tend to be more than the average number of non-mutant sugar cane crop segments which are 15.75 segmets. Parameter of stem diameter sugarcane plant mutant genotypes G2 has an average diameter rods tend to be larger than the average diameter of the stem of non-murtant sugar cane crop which is 1.23 cm.

Beside of the observation to the growth of the plant, observation of the biochemical activities are also conducted. Observations alkalinee invertase enzyme activity showed that the average content of the alkalinee invertase enzyme in sugarcane genotypes G0 tend to be higher compared to the average activity of the invertase alkalinee enzyme on leaves of mutant sugarcane which is 25.50 mg GR / 0.0046 mg protein / 20 minutes. Similar to the activity of the invertase alkalinee enzyme, acid invertase enzyme activity and activity of neutral invertase enzyme shows the average non-mutant leaves of sugarcane plants have enzyme activity which is tends to be higher than the mutant sugarcane which is 26.30 mg GR / 0.0046 mg protein / 20 for acid invertase and 25.82 mg GR / 0.0046 mg protein / 20 minutes for alkalinee invertase.

Observation of sucrose and content of reducing sugar of the leaves was made during the sugar cane crop's age reach 5 months. The results showed the diversity of sucrose and reducing sugar in the leaves of the sugar cane crop. Genotype of non-mutant sugar cane have reducting sugar and sucrose inside the leaves tend to be higher than the reducing sugar and sucrose content on mutant sugarcane crop leaf which is 8.26 mg / g and 1.22 mg / g.

Menurut Miswar (2007) selain SPS, SS dapat mengkatalis reaksi pembentukan sukrosa namun pengaruh SS terhadap biosintesis sukrosa pada tebu belum dapat ditentukan dengan pasti karena enzim SS bersama dengan invertase memiliki peran yang lebih besar dalam pemecahan sukrosa menjadi gula heksosa. Sedangkan enzim invertase lebih berperan dalam mengubah kandungan sukrosa menjadi gula fruktosa dan glukosa melalui proses hidrolisis (Sukarno, 2012). Kemampuan batang tebu dalam mengakumulasi sukrosa ditentukan oleh selisih antara proses biosintesis dengan degradasi sukrosa yang terjadi di daun. Namun, besarnya sukrosa yang dapat diakumulasi di batang juga sangat ditentukan oleh proses transportasi sukrosa dari daun (*source*) menuju batang (*sink*) (Miswar, 2007). Dalam proses respirasi, *sucrose synthase* lebih berperan dalam penyediaan substrat untuk menghasilkan energi dibandingkan dengan invertase. Aktivitas *acid invertase* yang menghidrolisis sukrosa pada batang menentukan jumlah sukrosa yang dapat diakumulasi. Semakin kecil aktivitas AI pada batang akan meningkatkan kandungan sukrosa di batang (AgroIndonesia, 2014). Menurut Lontom (2008) besarnya jumlah sukrosa yang dapat disimpan pada batang sangat ditentukan oleh selisih antara proses sintesis dan degradasi sukrosa yang diatur oleh beberapa enzim seperti *sucrose synthase*, *acid invertase*, *neutral invertase* dan *alkaline invertase*.

2.5 Hipotesis

1. Terdapat perbedaan pertumbuhan tanaman tebu mutan dengan tanaman tebu non mutan.
2. Terdapat perbedaan aktivitas enzim penghidrolisis sukrosa (*neutral invertase*, *alkaline invertase*, *acid invertase*) daun tebu mutan dengan tanaman tebu non mutan.
3. Terdapat perbedaan kandungan sukrosa daun tanaman tebu mutan dengan tanaman tebu non mutan.
4. Terdapat perbedaan kandungan gula reduksi daun tanaman tebu mutan dengan tanaman tebu non mutan.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dengan judul “Kajian Aktivitas Enzim Hidrolisis Sukrosa dan Pertumbuhan Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Mutan Generasi Kedua” dilaksanakan di *Green house* Agronomi dan Laboratorium Genetika dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Jember, Universitas Jember. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2016.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi 5 genotip tebu varietas PS 862 dengan 4 genotip tebu mutan dan 1 genotip tebu non mutan (kontrol), *reagen*, HCl, NaOH, H₂O dan bahan-bahan pendukung lainnya. Peralatan yang digunakan terdiri dari jangka sorong, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *Sentrifuge*, *spektrofotometer*, *beaker glass*, *micro pipet*, *ball pipet*, *mortar-stumper*, gelas ukur, *appendorf* dan alat pendukung lain dalam pelaksanaan penelitian.

3.3 Metode Percobaan

Percobaan dilakukan dengan menggunakan 5 genotip tebu dimana 4 genotip tebu mutan dan 1 genotip tebu non mutan varietas PS 862. Tiap genotip ditanam sebanyak 4 kali. Berikut merupakan tahapan percobaan:

1. Pemilihan genotip batang tebu yang akan dijadikan sebagai bahan tanam yang terdiri dari genotip tebu dengan kandungan sukrosa 138,67 mg/g (G1), genotip tebu dengan kandungan sukrosa 118,85 mg/g (G2), genotip tebu dengan kandungan sukrosa 126,69 mg/g (G3), genotip tebu dengan kandungan sukrosa 136,44 mg/g (G4) dan 1 genotip tebu non mutan (G0) dengan kandungan sukrosa 98,29 mg/g. Setiap genotip kemudian ditanam sebanyak 4 kali sehingga total percobaan sebanyak 20 tanaman.
2. Penanaman ruas (*single bud chip*) dalam media gelas sebanyak 20 unit selama satu bulan kemudian dipindahkan dalam media polibag.

3. Pengamatan dilakukan pada saat tanaman tebu telah berumur 5 bulan dengan variabel pengamatan yaitu tinggi tanaman (cm), jumlah anakan (batang), jumlah ruas, diameter batang (cm), aktivitas enzim *alkaline invertase* (mg Gula Reduksi/mg Protein/waktu), aktivitas enzim *neutral invertase* (mg Gula Reduksi/mg Protein/waktu), aktivitas enzim *acid invertase* (mg Gula Reduksi/mg Protein/waktu), kandungan sukrosa (mg/g) dan kandungan gula reduksi (mg/g).
4. Setelah dilakukan pengamatan, data yang didapatkan dianalisis dengan menggunakan metode data deskriptif.

3.4 Pelaksanaan Percobaan

Percobaan terdiri dari beberapa kegiatan meliputi pemilihan dan persiapan bahan tanam, persiapan media tanam, pembibitan, pemindahan bibit dalam polibag, perawatan, pengamatan dan analisis laboratorium.

1. Pemilihan dan Persiapan Bahan Tanam

Pemilihan bahan tanam dilakukan dengan memilih 4 tanaman mutan yang memiliki kandungan sukrosa tertinggi diantara tanaman mutan yang lain dan 1 tanaman non mutan dengan kandungan sukrosa tertinggi. Setelah didapat 5 genotip tebu varietas PS 862 kemudian batang dipotong dengan ukuran panjang 1 cm untuk diambil mata tunas tunggalnya (*single bud*). *Single bud* yang didapat ditanam dalam media gelas untuk dibibitkan selama 1 bulan.

2. Persiapan Media Tanam dan Pemindahan Bibit dalam Polibag

Media tanam yang digunakan adalah media tanah dan kompos dengan perbandingan 1:1. Komponen media tersebut selanjutnya ditimbang seberat 7 kg yang kemudian dimasukkan kedalam polibag. Media yang telah ditimbang diberi label. Setelah media tanam telah siap dan bibit telah berumur 1 bulan, bibit tebu kemudian dipindah ke dalam media polibag untuk mengoptimalkan pertumbuhannya.

3. Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman tebu yang dilakukan meliputi penyiangan untuk membersihkan dari gulma-gulma agar tanaman dapat tumbuh optimal. Selain penyiangan, penyiraman juga termasuk dalam kegiatan perawatan. Penyiraman tanaman tebu dilakukan sehari 2 kali pada saat pagi dan sore hari dengan jumlah yang tidak terlalu banyak mengingat tanaman tebu merupakan tanaman yang tidak tahan genangan. Pemupukan juga dilakukan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman tebu agar tanaman dapat mendapatkan nutrisi yang cukup sehingga dapat tumbuh maksimal.

4. Panen Daun Tanaman Tebu

Pemanenan daun tanaman tebu dilakukan pada saat tanaman telah berumur 5 bulan dengan mengamati pertumbuhan dari tanaman tebu yang meliputi pengamatan tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah ruas dan diameter batang. Selain pengamatan pertumbuhan tanaman, analisis biokimia juga dilakukan untuk mengamati aktivitas enzim invertase dan kandungan sukrosa serta kandungan gula reduksi.

5. Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium dilakukan untuk mengamati aktivitas enzim invertase dan kandungan sukrosa serta kandungan gula reduksi daun tanaman tebu. Analisis laboratorium juga dilakukan pada saat tanaman telah berumur 5 bulan dengan mengambil daun K3 pada batang utama tiap genotip tebu untuk dijadikan sampel.

3.5 Variabel Pengamatan

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman tebu dapat diamati pada saat fase vegetatif dan generatif. Variabel pengamatan yang diamati pada saat fase vegetatif meliputi: tinggi tanaman, jumlah ruas, diameter batang dan jumlah anakan. Sedangkan fase generatif yang diamati berupa kandungan biokimia yang dihasilkan yaitu enzim invertase (*acid invertase*, *neutral invertase*, *alkaline invertase*), kandungan gula reduksi dan kandungan sukrosa pada daun.

1. Tinggi Tanaman (cm)

Tanaman tebu yang telah berumur 5 bulan diukur tingginya. Pengukuran tinggi tanaman tebu dilakukan pada seluruh tanaman dengan cara mengukur dari permukaan media tanam hingga ujung daun.

2. Jumlah Anakan (Batang)

Menghitung jumlah anakan tebu yang tumbuh pada saat tanaman tebu telah berumur 5 bulan.

3. Jumlah Ruas

Jumlah ruas tanaman tebu dihitung pada saat tanaman tebu telah berumur 5 bulan dengan menghitung jumlah ruas yang ada pada batang utama.

4. Diameter Batang (cm)

Pengukuran diameter batang dilakukan pada tebu yang telah berumur 5 bulan dengan cara mengukur diameter batang yang terletak pada ruas 10 cm dari permukaan tanah dengan menggunakan jangka sorong.

5. Aktivitas Enzim *Acid Invertase* (mg Gula Reduksi/ mg Protein /waktu)

Aktivitas *acid invertase* ditentukan berdasarkan jumlah gula reduksi yang dihasilkan dari sukrosa selama reaksi berdasarkan metode Miswar (2007) 250 μ L buffer reaksi dengan pH 5,5 ditambah dengan 100 μ L larutan enzim lalu diinkubasi pada suhu 30 °C selama 5 menit. Jumlah gula reduksi yang dihasilkan selama reaksi dihentikan dengan menggunakan larutan DNS. Aktivitas AI didefinisikan sebagai sejumlah enzim yang menghasilkan gula reduksi (mM) dari sukrosa per menit pada suhu 30 °C.

6. Aktivitas Enzim *Netral Invertase* (mg Gula Reduksi/ mg Protein /waktu)

Aktivitas *netral invertase* ditentukan berdasarkan jumlah gula reduksi yang dihasilkan dari sukrosa selama reaksi berdasarkan metode Miswar (2007) 250 μ L buffer reaksi dengan pH 7,0 ditambah dengan 100 μ L larutan enzim lalu diinkubasi pada suhu 30 °C selama 5 menit. Jumlah gula reduksi yang dihasilkan selama reaksi dihentikan dengan menggunakan larutan DNS.

7. Aktivitas Enzim *Alkaline Invertase* (mg Gula Reduksi/ mg Protein /waktu)

Aktivitas *alkaline invertase* ditentukan berdasarkan jumlah gula reduksi yang dihasilkan dari sukrosa selama reaksi berdasarkan metode Miswar (2007) 250 μL buffer reaksi dengan pH 8,5 ditambah dengan 100 μL larutan enzim lalu diinkubasi pada suhu 30 °C selama 5 menit. Jumlah gula reduksi yang dihasilkan selama reaksi dihentikan dengan menggunakan larutan DNS.

8. Kandungan Sukrosa (mg/g)

Kandungan sukrosa diukur berdasarkan metode yang dilakukan oleh Miswar (2001) dengan menggunakan 200 μL sampel (supernatan) ditambah 70 μL 0,5 N NaOH. Campuran bahan tersebut dididihkan pada suhu 100°C selama 10 menit lalu didinginkan dalam air. Setelah dingin ditambahkan 250 μL *recorsional* dan 750 μL HCl yang kemudian diinkubasi pada suhu 80°C selama 8 menit. Setelah dingin diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm. Menghitung kandungan sukrosa dengan menggunakan persamaan regresi kurva standart sukrosa.

9. Kandungan Gula Reduksi (mg/g)

Gula reduksi diukur dengan menggunakan metode yang dilakukan oleh Miswar (2001) dengan menggunakan 100 μL sampel ditambah 100 μL DNS dididihkan selama 10 menit. Setelah dingin diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 560 nm. Menghitung kandungan gula reduksi dengan menggunakan persamaan regresi kurva standart glukosa.

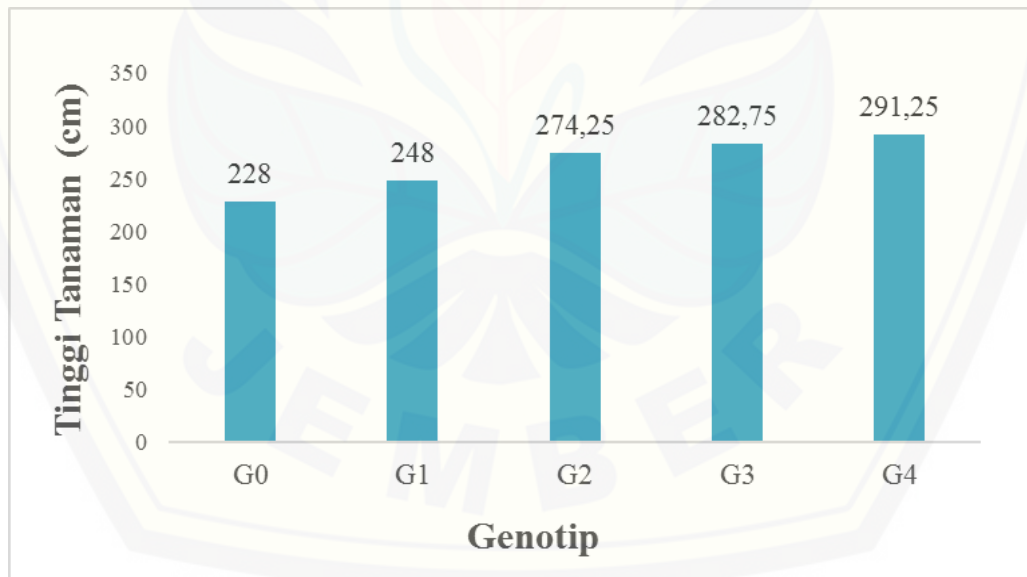
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Percobaan ini diawali dengan penanaman genotip tebu mutan yang sebelumnya telah dipilih dengan kriteria kandungan sukrosa yang cenderung lebih tinggi. Setelah didapat genotip tebu ditanam kembali untuk mengetahui kestabilan dari genotip tersebut. Berikut merupakan hasil dari percobaan yang telah dilakukan:

4.1.1 Tinggi Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Tinggi tanaman merupakan merupakan indikator pertumbuhan yang mudah untuk diamati. Selain sebagai indikator pertumbuhan, tinggi tanaman juga dapat dijadikan sebagai indikator untuk mengetahui pengaruh lingkungan (Ekowati dan Nasir, 2011). Menurut Harjanti dkk (2014) penambahan tinggi tanaman merupakan bentuk peningkatan pembelahan sel-sel yang meningkat. Berikut adalah grafik tinggi tanaman tebu:



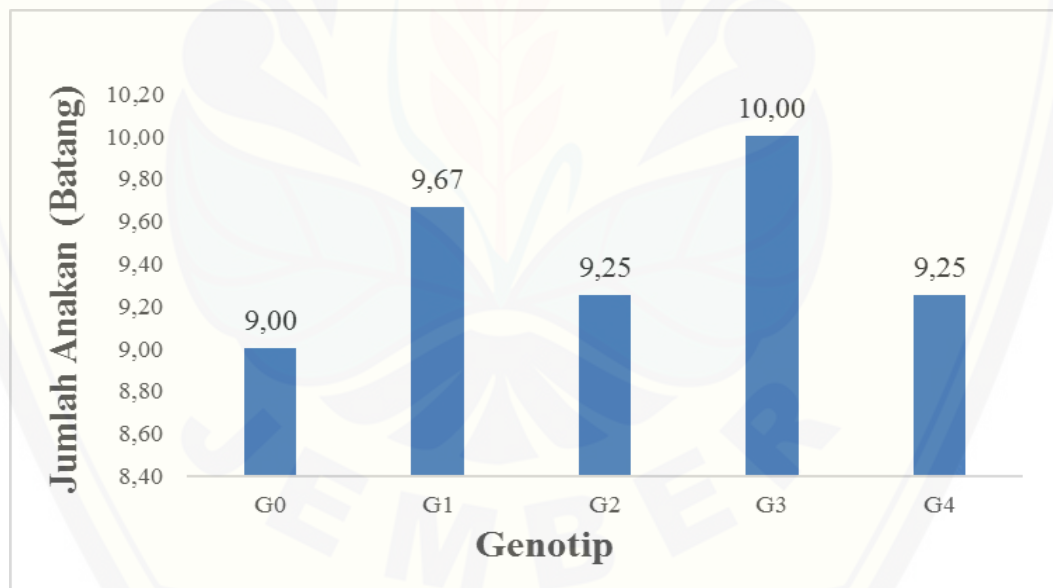
Gambar 4.1 Rata-Rata Tinggi Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Genotip G0, G1, G2, G3 dan G4.

Berdasarkan grafik tinggi tanaman tebu diatas (Gambar 4.1) menunjukkan bahwa tingi tanaman tebu mutan generasi kedua menunjukkan hasil yang berbeda. Hasil pengamatan tinggi tanaman, menunjukkan bahwa genotip tebu mutan G4

menunjukkan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan genotip tebu mutan yang lain yaitu 291,25 cm. Hasil pengamatan genotip tebu yang lain yaitu pada genotip tebu G0 memiliki tinggi 228 cm, genotip tebu G1 memiliki tinggi 248 cm, genotip tebu G2 memiliki tinggi 274,25 cm dan genotip tebu G3 memiliki tinggi 291,25 cm.

4.1.2 Jumlah Anakan Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Tanaman tebu memiliki kemampuan pertumbuhan untuk menghasilkan anakan dalam satu rumpun. Menurut Yuniarti (2014) jumlah anakan menggambarkan kemampuan tanaman dalam memanfaatkan faktor lingkungan tubuh secara optimum. Jumlah anakan merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produksi yang dihasilkan. Menurut Rokhman dkk. (2014) dengan meningkatnya jumlah anakan maka akan semakin tinggi pula produksi yang dihasilkan. Berikut adalah grafik jumlah anakan tanaman tebu:



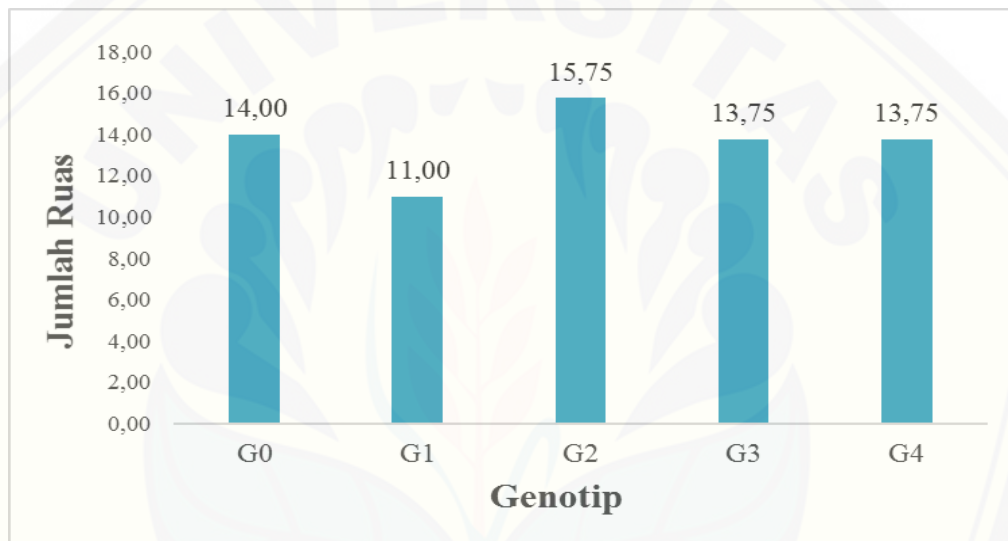
Gambar 4.2 Rata-rata Jumlah Anakan Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Genotip G0, G1, G2, G3 dan G4.

Berdasarkan grafik rata-rata jumlah anakan tanaman tebu diatas (Gambar 4.2) menunjukkan bahwa rata-rata jumlah anakan genotip tebu G3 cenderung lebih banyak dibandingkan dengan genotip tebu yang lain. Rata-rata jumlah anakan genotip tebu yang lain yaitu 10, pada genotip tebu G0 memiliki rata-rata

jumlah anakan 9, genotip tebu G1 memiliki rata-rata jumlah anakan 9,67, pada genotip G2 memiliki rata-rata jumlah anakan 9,25 dan pada genotip tebu G4 memiliki rata-rata jumlah anakan 9,25.

4.1.3 Jumlah Ruas Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Jumlah ruas juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi hasil produksi tebu. Semakin banyak ruas batang tebu maka akan semakin banyak pula nira yang dihalikan sehingga produksi dapat optimal. Berikut merupakan grafik jumlah ruas batang tebu:



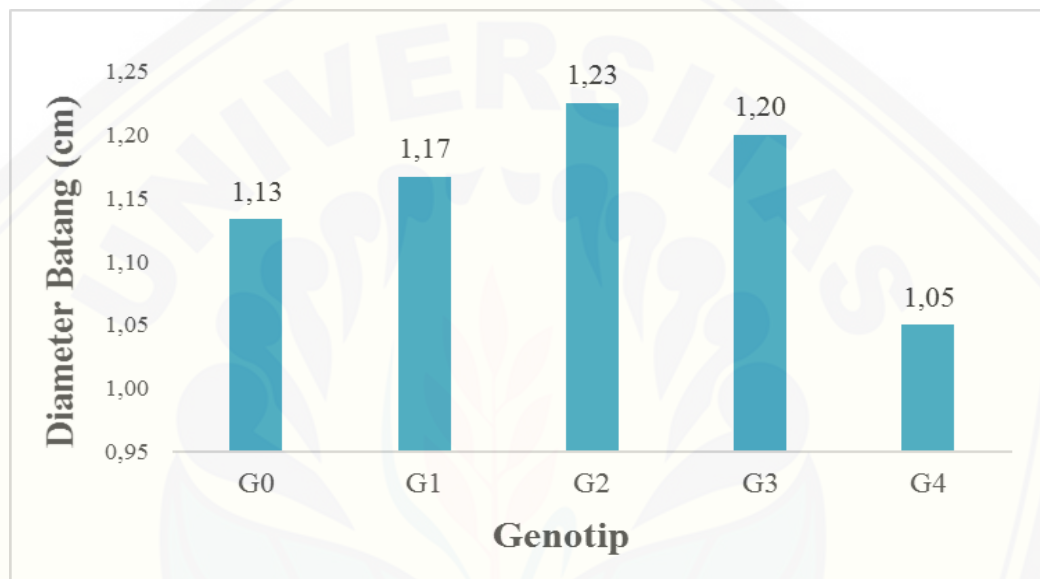
Gambar 4.3 Rata-rata Jumlah Ruas Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Genotip G0, G1, G2, G3 dan G4.

Berdasarkan grafik rata-rata jumlah ruas diatas (Gambar 4.3) menunjukkan bahwa rata-rata jumlah ruas tanaman tebu genotip G2 cenderung lebih banyak dibandingkan dengan genotip tebu yang lain yaitu 15,75. Rata-rata jumlah ruas genotip tebu yang lain yaitu G0 14, genotip tebu G1 memiliki rata-rata jumlah ruas 11, genotip tebu G3 memiliki rata-rata jumlah ruas 13,75 dan genotip tebu G4 memiliki rata-rata jumlah ruas 13,75.

4.1.4 Diameter Batang Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Diameter batang tebu diukur pada saat tanaman tebu telah berumur 5 bulan dengan mengukur bagian batang yang berada 10 cm diatas permukaan media

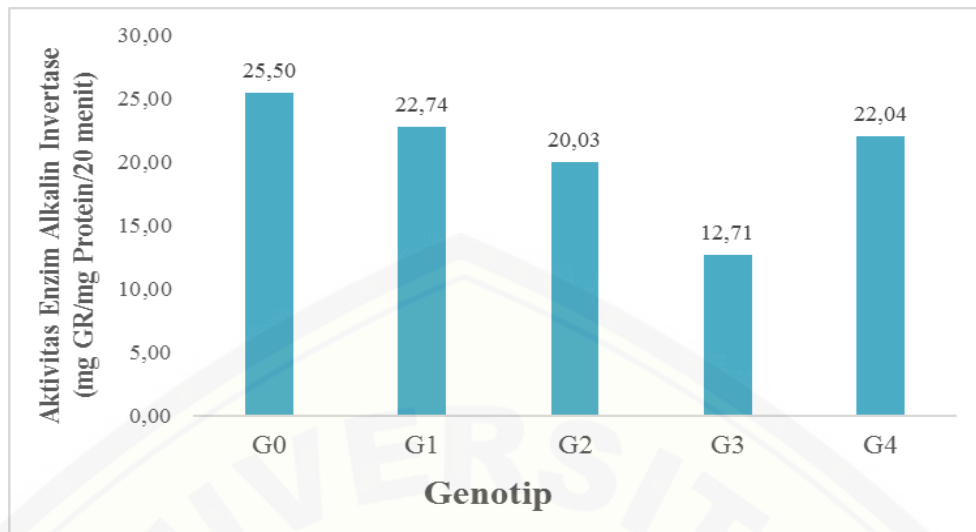
tanam. Berdasarkan hasil pengukuran diameter batang tampak pada (Gambar 4.4) rata-rata diameter tanaman tebu genotip G2 cenderung memiliki rata-rata diameter yang lebih besar dibandingkan dengan genotip tebu yang lain yaitu 1,23 cm. rata-rata diameter genotip tebu yang lain yaitu pada genotip G0 memiliki rata-rata diameter 1,13 cm, pada genotip tebu G1 memiliki rata-rata diameter batang 1,17 cm, pada genotip tebu G3 memiliki rata-rata diameter batang 1,20 cm dan pada genotip tebu G4 memiliki rata-rata diameter batang 1,05 cm.



Gambar 4.4 Rata-Rata Diameter Batang Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Genotip G0, G1, G2, G3 dan G4.

4.1.5 Aktivitas Enzim *Alkaline Invertase* Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Enzim *alkaline invertase* merupakan salah satu enzim yang menentukan akumulasi sukrosa pada tanaman tebu dan bekerja pada kondisi basa yaitu pH 8,5. Berikut merupakan grafik rata-rata kandungan alkaline invertase pada daun tanaman tebu:

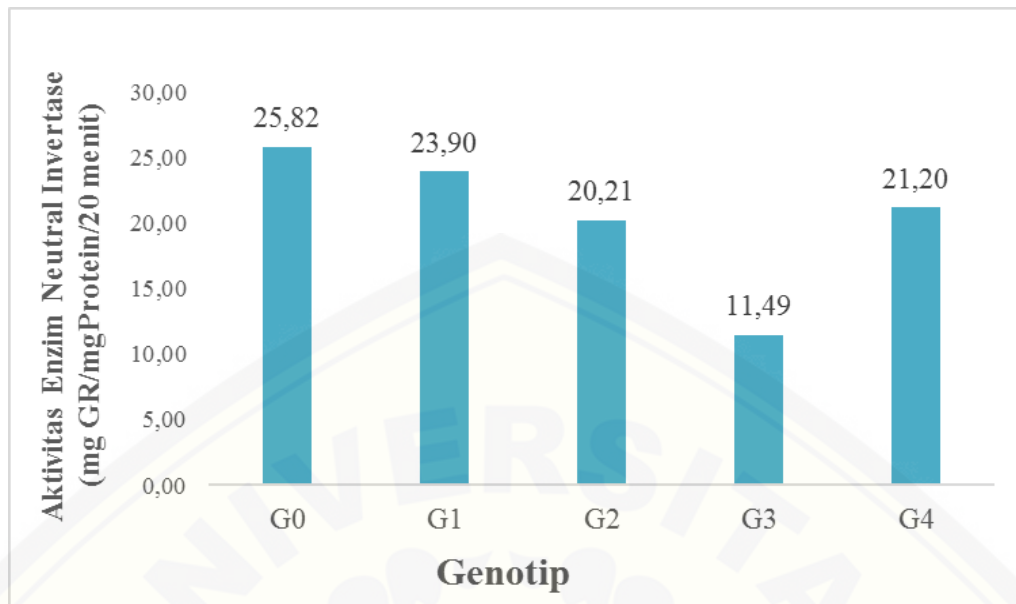


Gambar 4.5 Rata-Rata Aktivitas Enzim *Alkaline Invertase* pada Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Genotip G0, G1, G2, G3 dan G4.

Berdasarkan grafik rata-rata aktivitas enzim *alkaline invertase* diatas (Gambar 4.5) menunjukkan bahwa rata-rata kandungan enzim *alkaline invertase* pada tanaman tebu genotip G0 cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata aktivitas enzim *alkaline invertase* genotip yang lain yaitu 25,50 mg GR/ 0,0046 mg protein / 20 menit. Rata-rata aktivitas enzim *alkaline invertase* pada genotip tanaman tebu yang lain yaitu tanaman tebu genotip G1 yaitu 22,74 mg GR/ 0,0046 mg protein / 20 menit, pada tanaman tebu genotip G2 yaitu 20,03 mg GR/ 0,0047 mg protein / 20 menit, pada tanaman tebu genotip G3 yaitu 12,71 mg GR / 0,0045 mg protein / 20 menit.

4.1.6 Aktivitas Enzim *Neutral Invertase* Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Enzim *neutral invertase* memiliki peran yang sama dengan enzim *alkaline invertase*. Yang membedakan antara enzim *alkaline invertase* dengan enzim *neutral invertase* adalah kondisi pH. Enzim *alkaline invertase* memiliki kondisi pH basa yaitu 8,5 sedangkan enzim *neutral invertase* memiliki pH netral yaitu pH 7,0. Berikut merupakan grafik rata-rata kandungan enzim alkaline invertase:

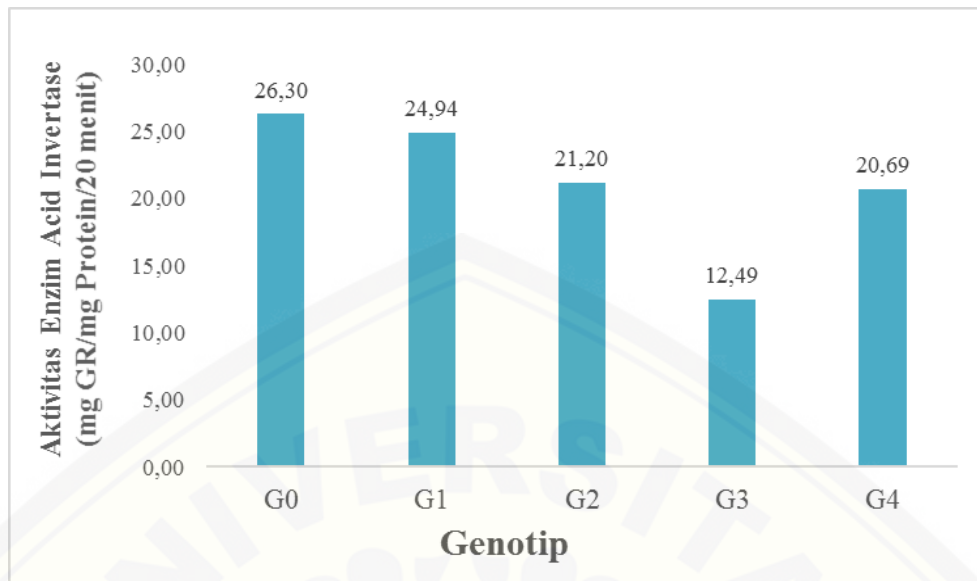


Gambar 4.6 Rata-Rata Aktivitas Enzim *Neutral Invertase* pada Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Genotip G0, G1, G2, G3 dan G4.

Berdasarkan grafik rata-rata aktivitas enzim *neutral invertase* diatas (Gambar 4.6) menunjukkan bahwa rata-rata aktivitas enzim *neutral invertase* pada tanaman tebu genotip G0 menunjukkan aktivitas enzim *neutral invertase* yang lebih tinggi dibandingkan dengan genotip yang lain yaitu sebesar 25,82 mg GR/ 0,0046 mg protein/ 20 menit. Sementara itu, rata-rata aktivitas enzim *neutral invertase* pada tanaman tebu genotip G1 yaitu 23,90 mg GR/ 0,0047 mg protein/ 20 menit, rata-rata aktivitas enzim *neutral invertase* pada tanaman tebu G2 yaitu 20,21 mg GR/ 0,0047 mg protein/ 20, rata-rata aktivitas enzim pada tanaman tebu genotip G3 yaitu 11,49 mg GR/ 0,0045 mg protein/ 20 menit dan rata-rata aktivitas enzim *neutral invertase* pada tanaman tebu G4 yaitu 21,20 mg GR/ 0,0048 mg protein/ 20 menit.

4.1.7 Aktivitas Enzim *Acid Invertase* Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Enzim *acid invetrase* juga memiliki peran yang sama dengan enzim *alkaline invertase* dan enzim *neutral invertase* dalam menentukan akumulasi sukrosa. Enzim *acid invetase* akan bekerja pada kondisi asam yaitu pada pH 5,5. Berikut merupakan grafik rata-rata kandungan enzim alkaline invertase:



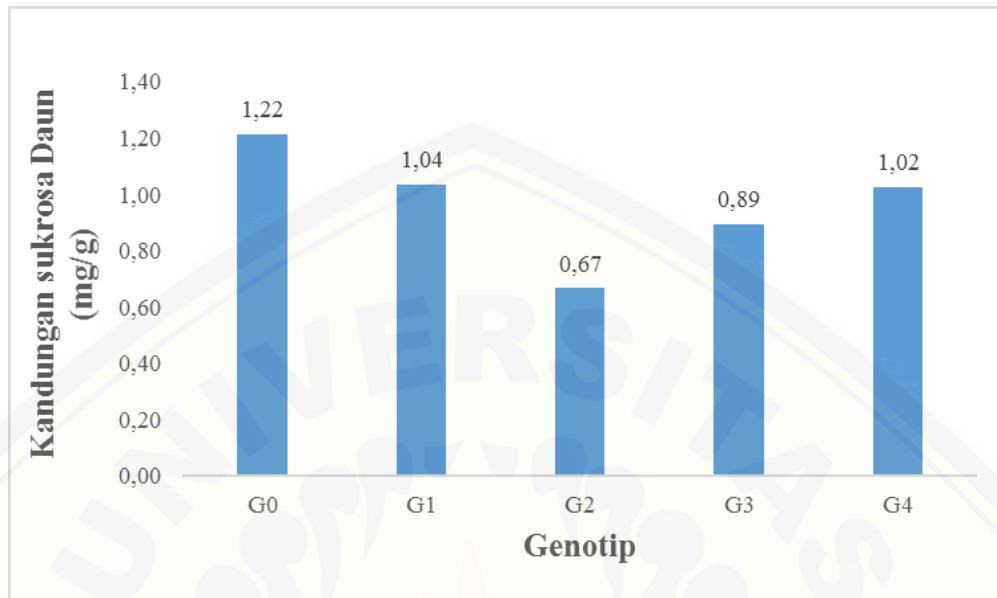
Gambar 4.7 Rata-Rata Aktivitas Enzim *Acid Invertase* pada Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dengan Perlakuan G0, G1, G2, G3 dan G4.

Berdasarkan grafik rata-rata aktivitas enzim *acid invertase* (Gambar 4.7) menunjukkan bahwa rata-rata aktivitas enzim *acid invertase* pada tanaman tebu genotip G0 cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan genotip yang lain yaitu 26,30 mg GR/ 0,0046 mg protein/ 20. Sementara itu, rata-rata aktivitas enzim *acid invertase* pada tanaman tebu genotip G1 yaitu 24,94 mg GR/ 0,0046 mg protein/ 20 menit, rata-rata aktivitas enzim *acid invertase* pada tanaman tebu genotip G2 yaitu 21,20 mg GR/ 0,0047 mg protein/ 20 menit, rata-rata aktivitas enzim *acid invertase* pada tanaman tebu genotip G3 yaitu 12,49 mg GR/ 0,0045 mg protein/ 20 menit dan rata-rata aktivitas enzim *acid invertase* pada tanaman tebu genotip G4 yaitu 20,69 mg GR/ 0,0048 mg protein/ 20 menit. Menurut Miswar dkk (2007) semakin kecil aktivitas AI akan dapat meningkatkan kandungan sukrosa pada batang tanaman tebu.

4.1.8 Kandungan Sukrosa Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Sukrosa merupakan salah satu hasil dari proses fotosintesis yang terjadi di daun dan memiliki peran penting dalam proses metabolisme tanaman. Menurut Salisbury dan Ross (1995) sukrosa berfungsi sebagai sumber energi di sel yang akan ditranslokasikan melalui jaringan floem menuju jaringan lain yang sedang

mengalami pertumbuhan. Berikut merupakan grafik kandungan sukrosa daun tanaman tebu:

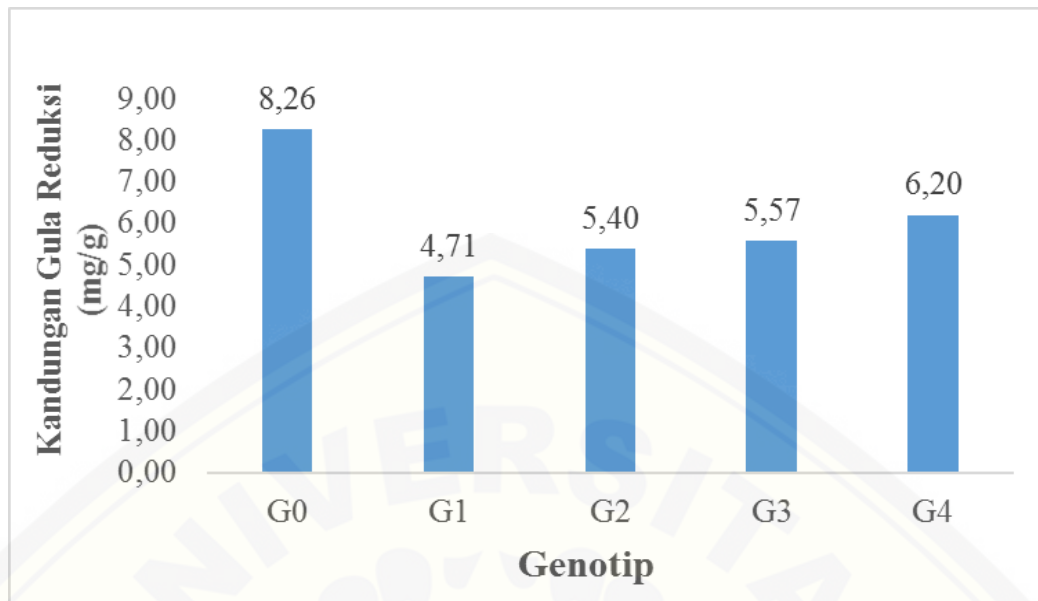


Gambar 4.8 Rata-rata Kandungan Sukrosa Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dengan Perlakuan G0, G1, G2, G3 dan G4.

Berdasarkan grafik rata-rata kandungan sukrosa daun tanaman tebu (Gambar 4.8) menunjukkan bahwa rata-rata kandungan sukrosa daun tebu genotip G0 memiliki kandungan sukrosa yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan genotip tebu yang lain yaitu 1,22 mg/g. Rata-rata kandungan sukrosa daun tanaman tebu genotip yang lain yaitu pada perlakuan G1 1,04 mg/g, pada tanaman tebu genotip G2 memiliki rata-rata kandungan sukrosa 0,67 mg/g, pada tanaman tebu genotip G3 memiliki rata-rata kandungan sukrosa 0,89 mg/g dan pada tanaman tebu genotip G4 memiliki rata-rata kandungan sukrosa 1,02 mg/g.

4.1.9 Kandungan Gula Reduksi Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Gula reduksi adalah semua gula yang memiliki kemampuan untuk mereduksi dikarenakan adanya gugus aldehid atau keton bebas. Kandungan gula reduksi daun diukur berdasarkan jumlah gula reduksi per berat sampel daun. Berikut merupakan rata-rata kandungan gula reduksi pada daun tanaman tebu:



Gambar 4.9 Rata-rata Kandungan Gula Reduksi Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dengan Perlakuan G0, G1, G2, G3 dan G4.

Berdasarkan grafik rata-rata kandungan gula reduksi daun tanaman tebu (Gambar 4.9) menunjukkan bahwa kandungan gula reduksi daun tanaman tebu genotip G0 dan G4 memiliki kandungan gula reduksi yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan gula reduksi tanaman tebu genotip yang lain yaitu 6,20 mg/g. Sementara itu pada tanaman tebu genotip G1 memiliki kandungan gula reduksi sebesar 3,53 mg/g, pada tanaman tebu genotip G2 memiliki kandungan gula reduksi sebesar 5,40 mg/g dan tanaman tebu genotip G3 memiliki kandungan gula reduksi 5,57 mg/g.

4.2 Pembahasan

Tebu mutan merupakan tebu hasil mutasi yang dilakukan untuk meningkatkan jumlah sukrosa tebu. Mutasi dapat dilakukan melalui beberapa cara. Salah satunya adalah dengan menggunakan zat kimia. Menurut Ali *et al* (2014) mutasi menggunakan zat kimia merupakan salah satu cara paling efektif untuk meningkatkan variasi dan karakteristik tanaman. Salah satu zat kimia yang banyak dimanfaatkan sebagai zat kimia mutagenik adalah sodium azida. Menurut Khan *et al* (2009) senyawa mutagen ini dapat menyebabkan terjadinya substitusi

atau pertukaran basa nukleotida G-C menjadi A-T sehingga menyebabkan terjadinya keragaman genetik.

Tebu varietas PS 862 hasil mutasi dengan sodium azida ditanam kembali untuk mengetahui perbedaan yang terjadi pada tanaman tebu mutan 2 baik dalam segi pertumbuhan tanaman maupun proses biokimia yang terjadi. Tanaman tebu yang ditanam kembali merupakan tebu hasil mutasi yang diseleksi dan memiliki kandungan sukrosa tertinggi dengan G0 merupakan tanaman tebu non mutan, G1, G2, G3 dan G4 merupakan genotip tebu mutan. Genotip tanaman tebu hasil mutasi tersebut ditanam kembali untuk mengetahui kestabilan dari proses mutasi. Pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui kestabilan pada tanaman tebu mutan generasi kedua adalah pada saat fase vegetatif dan generatif. Fase vegetatif yang diamati meliputi: tinggi tanaman, jumlah ruas, diameter batang dan jumlah anakan. Sedangkan fase generatif yang diamati berupa kandungan biokimia yang dihasilkan yaitu enzim invertase (*acid invertase*, *neutral invertase*, *alkaline invertase*), kandungan gula reduksi dan kandungan sukrosa pada daun tanaman tebu yang telah berumur 5 bulan.

Pengamatan tinggi tanaman tebu (gambar 4.1) menunjukkan bahwa tanaman tebu mutan menunjukkan hasil yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman tebu non mutan (kontrol). Peningkatan tinggi tebu mutan terjadi akibat peningkatan jumlah sel yang terjadi didalam tanaman. Menurut Dhakshanamoorty *et al* (2010) pemberian zat kimia dapat mempengaruhi proses biokimia sehingga dapat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan dan pola diferensiasi. Wattimena (1998) juga mengatakan bahwa kerja metabolisme yang semakin meningkat mendukung pembentukan zat pengatur tumbuh yang dapat merangsang pembelahan dan pembesaran sel dalam pemanjangan batang. Sama halnya dengan tinggi tanaman, jumlah anakan tebu mutan memiliki jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan tebu non mutan.

Produktivitas tebu per satuan lahan ditentukan oleh kemampuan tanaman dalam membentuk anakan. Semakin banyak anakan yang dihasilkan, maka produksi akan melimpah Rokhman dkk (2014). Hasil penelitian (Gambar 4.2) menunjukkan bahwa tebu mutan memiliki jumlah anakan lebih banyak

dibandingkan non mutan (kontrol). Lebih banyaknya jumlah anakan tersebut diduga terjadi akibat adanya mutasi dengan sodium azida pada tebu mutan 1 yang menyebabkan semakin meningkatnya proses metabolisme.

Batang tebu merupakan bagian penting yang menentukan hasil akhir dari tanaman tebu karena tanaman tebu menyimpan cadangan pada batang. Semakin besar diameter batang tanaman tebu, maka nira yang akan dihasilkan juga akan semakin banyak. Diameter batang tanaman tebu G2 menunjukkan diameter yang lebih baik (gambar 4.4). Menurut Aryulina dkk (2006) menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman tebu mengakibatkan terjadinya penambahan ukuran tanaman akibat terjadinya pembelahan dan pembesaran sel yang bersifat *irreversible* atau tidak dapat kembali ke bentuk semula.

Tanaman tebu menyimpan cadangan makanan pada batang sehingga batang merupakan bagian terpenting dalam produksi gula karena dapat menghasilkan nira. Selain tinggi tanaman dan diameter batang untuk mendapatkan hasil yang optimal, jumlah ruas juga dapat menentukan hasil akhir. Batang tebu terdiri dari ruas-ruas yang disekat oleh buku-buku yang nantinya akan terbentuk tunas maupun akar. Secara normal dalam satu ruas tanaman tebu dapat muncul satu tunas dilihat pada (Gambar 4.3) yang menunjukkan rata-rata jumlah ruas tebu yang beragam. Perbedaan rata-rata jumlah ruas tersebut dapat terjadi akibat adanya mutasi yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman sehingga berpengaruh terhadap jumlah ruas tanaman tebu yang dimutasi. Selain akibat mutasi, menurut Sudiasto (1982) faktor luar seperti iklim, kesuburan tanah, keadaan air dan adanya serangan OPT juga dapat berpengaruh terhadap jumlah anakan yang dihasilkan.

Kandungan sukrosa, kandungan gula reduksi dan aktivitas enzim invertase merupakan pengamatan secara biokimia yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh mutasi. Sukrosa merupakan hasil akhir dari tanaman tebu yang dimanfaatkan oleh manusia. Tanaman tebu dengan kandungan sukrosa yang tinggi akan menghasilkan rendemen yang tinggi. Menurut Kim *et al* (2000) sukrosa merupakan produksi akhir asimilasi karbon (C) pada proses fotosintesis yang terjadi di daun dan berperan dalam proses metabolisme tanaman. Peningkatan proses

fotosintesis pada tanaman dapat meningkatkan kandungan senyawa sukrosa yang berperan sebagai sumber energi pada tanaman. Menurut Salisbury dan Ross (1995) sukrosa berfungsi sebagai sumber energi yang akan di translokasikan pada jaringan yang sedang tumbuh melalui floem. Selain itu, peningkatan kandungan senyawa sukrosa yang diduga terjadi karena terdapat faktor hormon yang mempengaruhi didalamnya. Menurut Girija dan Dhanavel (2009) konsentrasi sodium azida dapat menunjukkan perubahan yang bervariasi. Variasi perubahan yang terjadi diakibatkan oleh sifat mutasi yang terjadi secara acak atau disebut mutasi titik. Mutasi titik yang terjadi dapat mengakibatkan kerusakan material genetik yang dapat menurunkan produksi energi sehingga tidak terjadi peningkatan nilai karakter.

Tingkat asimilasi karbon merupakan salah satu hal yang dapat berpengaruh terhadap kandungan sukrosa. Pada jaringan fotosintetik biosintesis sukrosa selain ditentukan oleh jumlah unsur karbon yang diasimilasi juga ditentukan oleh aktivitas enzim pembentuk sukrosa (Made, 2000). Berdasarkan hasil pengamatan pada (gambar 4.8) menunjukkan bahwa tanaman mutan memiliki kandungan sukrosa daun yang beragam dan lebih rendah dari kandungan sukrosa pada penelitian sebelumnya. Ketidakstabilan kandungan sukrosa tersebut diduga terjadi akibat mutasi sodium azida yang menyebabkan terjadinya mutasi titik yang dapat mengubah komposisi asam amino penyusun protein. Terjadinya perubahan susunan asam amino tersebut berdampak pada aktivitas enzim yang terjadi yaitu aktivitas enzim yang semakin meningkat, tetap atau bahkan menurun.

Akumulasi sukrosa ditentukan oleh keseimbangan antara biosintesis sukrosa dan degradasi sukrosa oleh enzim. Menurut Lontom (2008) besarnya jumlah sukrosa yang dapat disimpan pada batang sangat ditentukan oleh selisih antara proses sintesis dan degradasi sukrosa yang diatur oleh beberapa enzim seperti *sucrose synthase*, *acid invertase*, *neutral invertase* dan *alkaline invertase*. Sehingga aktivitas enzim invertase dan kandungan protein yang meningkat dapat berdampak pada kandungan sukrosa yang dihasilkan. Semakin tinggi aktivitas enzim invertase yang dihasilkan menyebabkan menurunnya kandungan sukrosa akibat dari biosintesis dan degradasi sukrosa yang terjadi. Sukarno (2012)

menyatakan bahwa enzim SS bersama dengan invertase memiliki peran yang lebih besar dalam pemecahan sukrosa menjadi gula heksosa, sedangkan enzim invertase lebih berperan dalam mengubah kandungan sukrosa menjadi gula fruktosa dan glukosa melalui proses hidrolisis. Hal ini menunjukkan bahwa besar kecilnya hubungan antara aktivitas enzim invertase dengan kandungan sukrosa daun dapat berpengaruh terhadap kandungan sukrosa daun tanaman tebu mutan sebagai akibat dari mutasi. Selain akibat mutasi besar kecilnya hubungan antara aktivitas enzim invertase dengan kandungan sukrosa juga dipengaruhi oleh banyak faktor seperti lingkungan, waktu dan umur panen.

Sukrosa dalam tanaman tebu mengalami proses sintesis dan hidrolisis. Hidrolisis sukrosa merupakan proses pemecahan (penguraian oleh air) yang dikatalisis oleh enzim invertase menjadi glukosa dan fruktosa (*gula invert*). Menurut Sukarno (2012) pada umumnya gula pereduksi yang dihasilkan berhubungan erat dengan enzim, dimana semakin tinggi aktivitas enzim maka semakin tinggi pula gula reduksi yang dihasilkan. Berdasarkan hasil pengukuran gula reduksi di daun menunjukkan hasil kandungan gula reduksi yang berbeda-beda seperti yang ditunjukkan pada (gambar 4.9) bahwa kandungan gula reduksi lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan sukrosa. Perbedaan hasil kandungan gula reduksi tersebut diduga terjadi karena ketidakstabilan pengaruh dari mutasi. Menurut Gnanamurthy, *et al.*(2013) juga menyatakan bahwa sodium azide kurang efektif dalam meningkatkan kandungan klorofil pada tanaman jagung, namun mampu memberikan respon positif dalam peningkatan kandungan protein dan gula reduksi.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada tujuan dan hasil percobaan yang telah diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tanaman tebu mutan cenderung lebih baik dibandingkan dengan tanaman tebu non mutan.
2. Tebu mutan memiliki kecenderungan penurunan aktivitas enzim baik enzim *acid invertase*, *alkaline invertase* dan *neutral invertase*.
3. Kandungan sukrosa daun tanaman tebu non mutan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan sukrosa daun tanaman tebu mutan.
4. Kandungan gula reduksi daun tanaman tebu non mutan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan gula reduksi daun tanaman tebu mutan.

5.2 Saran

Dalam melaksanakan penelitian ini sebaiknya perlu diperhatikan waktu pengambilan sampel yang tepat yaitu sekitar pukul 08.00-11.00 wib agar mendapatkan hasil yang akurat. Selain waktu yang tepat dalam pengambilan sampel sebaiknya jumlah ulangan lebih banyak dan disiapkan sulaman agar dapat mempertahankan jumlah tanaman tetap sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamu, A. K. dan Aliyu H. 2007. Morphological Effects of Sodium Azide on Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Science World*, 2 (4) : 9 – 12.
- AgroIndonesia. 2014. Produksi Gula Hanya 2,5 Juta Ton. <http://agroindonesia.co.id>. Diakses pada tanggal 13 November 2015.
- Ali, A., N. Bordoloi., and S. Chand. 2014. Effect Of Sodium Azide On Indegenous Rice (*Oryza sativa* L.) Varieties Of Nagaland. *International Journal Of Recent Trends In Siences And Technology* 12(1):1 – 8.
- Aryulina, D., dkk. 2006. *Biologi 3*. Jakarta : Esis.
- Dhakshanamoorthy, D., R. Selvaraj, A. Chidambaram. 2010. Physical and Chemical Mutagenesis in *Jatropha curcas* L.to Induce Variability in Seed Germination, Growth and YieldTraits. *J. Biol. Plant Biol.* 55 : 13 – 12.
- Ekowati, D. Dan M. Nasir. 2011. Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Varietas Bisi-2 pada Pasir *Rejct* dan Pasir Alsi di Pantai Trisik Kulon Progo. *Manusia dan Lingkungan*, 18 (3) : 220 – 231.
- Girija, M., and D. Dhanavel. 2009. Mutagenic Effectiveness and Efficiencyof Gamma Rays Ethyl Methane Sulphonate andTheir Combined Treatments in Cowpea (*Vigna unguiculata*L. Walp). *Global J. Mol. Sci.*, 4 : 68 – 75.
- Gnanamurthy, S., D. Dhanavel., and A.L.A. Chidambaram. 2013. Frequency In Germination Studied Of Cholophyll Mutants In Effectiveness And Efficiency Using Chemical Mutagens. *Scientific Research*, 2 : 1 – 7.
- Harjanti, R. A., Tohari, dan S. N. H. Utami. 2014. Pengaruh Takaran Pupuk Nitrogen dan Silika terhadap Pertumbuhan Awal (*Saccharum officibarum* L.) pada Inceptisol. *Vegetalika*, 3 (2) : 35 – 44.
- Indrawanto, C., Purwono, Siswanto, M. Syakir dan W. Rumini. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Tebu*. Jakarta : Eska Media.
- Khan, S., F. Al-Qurainy dan F. Anwar. 2009. Sodium Azide: a Chemical Mutagen for Enhancement of Agronomic Traits of Crop Plants. *Sci. Tech.*, 4 (2009) : 1 – 21.
- Kim, J. Y., A. Mahe, J. Brangeon and J. L. Prioul. 2000. A Maize Vacuolar Invertase (IVR2) is Induced by Water Stress, Organ/Tissue Specificity and Diurnal Modulation of Expression. *Plant Physiol*, 124 : 71 – 84.

- Lontom, W., M. Koittrakund and S. E. Lingle. 2008. Relationship of Alkaline Invertase Activities to Sugar Content in Sugarcane Internodes During Ripening and After Harvest. *Agricultural Science*, 41 : 143 – 151.
- Made, S. A. 2000. Ekspresi Sukrosa Phosphate Synthase dan Acid Invertase pada Batang Beberapa Varietas Tebu (*Saccharum officinarum* L.). Jember : Universitas Jember. [Skripsi]
- Miswar, B. Sugiharto, T. Handoyo dan S. A. Made. 2007. Peran Sucrose Phosphate Synthase (SPS) dan Alkaline Invertase (AI) Internoda Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dalam Akumulasi Sukrosa. *Agritrop*, 26 (4) : 187 – 193.
- Miswar. 2001. Aktivitas Enzim Metabolisme Sukrosa dan Perubahan Sintesis Protein Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) pada Kondisi Cekaman Garam (NaCL) Tinggi. Laporan Penelitian. Universitas Jember.
- Miswar. 2007. Peningkatan Biosintesis Sukrosa Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) melalui Over Ekspresi *Gen Sucrose Phosphate Synthase* (SPS). Jogjakarta : Universitas Gajah Mada. [Disertasi]
- Novita, H., D. P. Restanto, T. A. Siswoyo dan B. Sugiharto. 2007. Isolasi dan Karakterisasi Ekspresi Gen untuk Protein Sucrose Transporter pada Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Ilmu Dasar*, 8 (2) : 118 – 127.
- Nura, M. Syukur, N. Khumaida dan Widodo. 2015. Radiosensivitas dan Heritabilitas Ketahanan terhadap Penyakit Ntraknosa pada Tiga Populasi Cabai yang di Induksi Iradiasi Sinar Gamma. *Agron Indonesia*, 43 (93) : 201 – 206.
- P3GI. 2010. Deskripsi Tebu Varietas PS 862. <http://id.scribd.com/doc/27523271/Deskripsi-Tebu-Varietas-Ps-862#scribd>. Diakses pada tanggal 29 September 2015.
- Rokhman, H., Taryono dan Supriyanta. 2014. Jumlah Anakan dan Rendemen Enam Klon Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Asal Bibit Bagal, Mata Ruas Tunggal, dan Mata Tunas Tunggal. *Vegetalika*, 3 :89 – 96.
- Salisbury, F. E. and C. W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung : Bandung. Diterjemahkan oleh : Dr. Diah R. L dan Dr. Sumaryono M.sc.
- Saraswati, I. G. A. E., M. Pharmawati dan I. K. Junitha. 2012. Karakter Morfologi Tanamna Cabai Rawit (*Capsium frutescens* L.) yang Dipengaruhi Sodium Azida pada Fase Generatif Generasi M1. *Biologi*, 16 (1) : 23 – 26.

- Sari, N. K. Y., M. Pharmawati dan I. K. Junitha. 2009. Pengaruh Mutagen Kimia Sodium Azida terhadap Morfologi Tanaman Cabai Besar (*Capsium annuum* L.). *Metamorfosa*, 1 (1) : 25 – 28.
- Shofy, M. 2008. Pengaruh Pemberian Amelioran Tanah terhadap Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Dua Varietas Tebu (*Saccharum officinarum* L.). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Soedjono, S. 2003. Aplikasi Mutasi Induksi dan Variasi Somaklonal dalam Pemuliaan Tanaman. *Litbang Pertanian*, 22 (2) : 70 – 78.
- Sudiatso, S. 1982. *Bertanam Tebu*. Departemen Agronomi. Bogor : Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Sukarno, E. 2012. Protein. <http://www.GULAREDUKSI.com> Diakses pada tanggal 13 November 2015.
- Wattimena, G.A. 1998. Zat Pengatur Tumbuh. Bogor : PAU IPB.
- Widiastuti, A., Sobir dan M. R. Suhartanto. 2010. Diversity Analysis of Mangosteen (*Gracinia mangostana*) Irradiated by Gamma-Ray Based on Morphological and Anatomical Characteristics. *Bioscience*, 2 (1) : 23 – 33.
- Winata, E. D. Dan W. H. Susanto. 2015. Pengaruh Penambahan Antiinversi dan Suhu Imbibisi terhadap Tingkat Kesegaran Nira Tebu. *Pangan dan Agroindustri*, 3 (1) : 271 – 280.
- Yuniarti, S. 2014. Respons Pertumbuhan dan Hasil Varietas Unggul Baru UVB Padi Gogo di Kabupaten Pandeglang, Banten. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 1 (4) : 848 – 851.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian

Lampiran 1a. Persiapan Media Tanam



Lampiran 1b. Pembuatan Larutan Buffer



Lampiran 1c. Pembibitan Tanaman Tebu



Lampiran 1d. Tanaman Tebu Setelah di Pindah dalam Polibag



Lampiran 1e. Perawatan Tanaman Tebu



Lampiran 1f. Ekstraksi Daun Tebu untuk Analisis Aktivitas Enzim Penghidrolisis Sukrosa



Lampiran 1g. Inkubasi Sample untuk Analisis Aktivitas Enzim Penghidrolisis Sukrosa



Lampiran 1h. Pengukuran Aktivitas Enzim Penghidrolisis Sukrosa Daun Tanaman Tebu



Lampiran 1i. Hasil Ekstraksi Daun Tanaman Tebu mutan



Lampiran 2. Data Tinggi Tanaman

Replikasi	GENOTIP					Total
	G0	G1	G2	G3	G4	
1	249	243	253	270	300	1315
2	219	244	276	280	286	1305
3	216	257	277	291	288	1329
4			291	290	291	872
Total	684	744	1097	1131	1165	4821
Rata-rata	228	248	274,25	282,75	291,25	1205,25

Lampiran 3. Data Jumlah Ruas

Replikasi	GENOTIP					Total
	G0	G1	G2	G3	G4	
1	14	10	17	12	16	69
2	14	11	16	14	13	68
3	14	12	14	15	12	67
4			16	14	14	44
Total	42	33	63	55	55	248
Rata-rata	14,00	11,00	15,75	13,75	13,75	62,00

Lampiran 4. Data Jumlah Anakan (Batang)

Replikasi	GENOTIP					Total
	G0	G1	G2	G3	G4	
1	8	8	8	10	10	44
2	8	12	9	6	6	41
3	11	9	10	14	11	55
4			10	10	10	30
Total	27	29	37	40	37	170
Rata-rata	9	9,67	9,25	10	9,25	42,5

Lampiran 5. Data Diameter Batang (cm)

Replikasi	GENOTIP					Total
	G0	G1	G2	G3	G4	
1	1,1	1,2	0,9	1,5	0,9	5,6
2	1,0	1,0	1,4	1,0	1,0	5,4
3	1,3	1,3	1,3	0,9	1,1	5,9
4			1,3	1,4	1,2	3,9
Total	3,4	3,5	4,9	4,8	4,2	20,8
Rata-rata	1,13	1,17	1,23	1,20	1,05	5,20

Lampiran 6. Data Kandungan Gula Reduksi Daun Tanaman Tebu (mg/g)

Genotip	Replikasi	OD	GR	GR	GR	R
		560 nm	($\mu\text{g}/100\mu\text{L}$)	($\mu\text{g}/10000\mu\text{L}$)	($\mu\text{g}/\text{g}$)	(mg/g)
G0	1	0,138	50,87	5087,38	10174,75	10,17
	2	0,095	34,84	3483,82	6967,64	6,97
	3	0,104	38,19	3819,45	7638,90	7,64
	4					
G1	1	0,075	27,38	2737,98	5475,96	5,48
	2	0,062	22,53	2253,18	4506,37	4,51
	3	0,057	20,67	2066,72	4133,45	4,13
	4					
G2	1	0,059	21,41	2141,31	4282,62	4,28
	2	0,065	23,65	2365,06	4730,12	4,73
	3	0,090	32,97	3297,36	6594,72	6,59
	4	0,082	29,99	2999,02	5998,05	6,00
G3	1	0,064	23,28	2327,77	4655,54	4,66
	2	0,069	25,14	2514,23	5028,46	5,03
	3	0,090	32,97	3297,36	6594,72	6,59
	4	0,082	29,99	2999,02	5998,05	6,00
G4	1	0,089	32,60	3260,07	6520,14	6,52
	2	0,071	25,89	2588,81	5177,62	5,18
	3	0,092	33,72	3371,94	6743,89	6,74
	4	0,087	31,85	3185,48	6370,97	6,37

Lampiran 7. Data Kandungan Sukrosa Daun Tanmaan Tebu (mg/g)

Genotip	Replikasi	OD				
		560 nm	($\mu\text{g}/100\mu\text{L}$)	($\mu\text{g}/10000\mu\text{L}$)	($\mu\text{g}/\text{g}$)	(mg/g)
G0	1	0,121	4,73	473,03	946,05	0,95
	2	0,146	5,81	581,50	1163,00	1,16
	3	0,189	7,68	768,07	1536,14	1,54
	4					
G1	1	0,090	3,39	338,52	677,04	0,68
	2	0,101	3,86	386,25	772,50	0,77
	3	0,203	8,29	828,82	1657,63	1,66
	4					
G2	1	0,061	2,13	212,69	425,39	0,43
	2	0,143	5,68	568,48	1136,97	1,14
	3	0,043	1,35	134,59	269,19	0,27
	4	0,108	4,17	416,62	833,24	0,83
G3	1	0,136	5,38	538,11	1076,22	1,08
	2	0,127	4,99	499,06	998,12	1,00
	3	0,132	5,21	520,75	1041,51	1,04
	4	0,064	2,26	225,71	451,42	0,45
G4	1	0,148	5,90	590,18	1180,35	1,18
	2	0,173	6,99	698,65	1397,30	1,40
	3	0,093	3,52	351,54	703,08	0,70
	4	0,106	4,08	407,94	815,89	0,82

Lampiran 8. Data Aktivitas Enzim *Alkaline Invertase*

Genotip	Replikasi	OD	A ($\mu\text{g}/50\mu\text{L}$)	B ($\mu\text{g}/3000\mu\text{L}$)	($\mu\text{g}/\text{g}$)	(mg/g)	Kandungan enzim
G0	1	0,476	176,921	10615,2432	21230,4864	21,2305	21,23 mg GR/0,0047 mg protein/ 20 menit
	2	0,552	205,263	12315,7584	24631,5168	24,6315	24,63 mg GR/0,0045 mg protein/ 20 menit
	3	0,686	255,234	15314,0352	30628,0704	30,6281	30,62 mg GR/0,0044 mg protein/ 20 menit
	4						
G1	1	0,523	194,448	11666,8776	23333,7552	23,3338	23,33 mg GR/0,0044 mg protein/ 20 menit
	2	0,469	174,310	10458,6168	20917,2336	20,9172	20,91 mg GR/0,0047 mg protein/ 20 menit
	3	0,537	199,669	11980,1304	23960,2608	23,9603	23,96 mg GR/0,0046 mg protein/ 20 menit
	4						
G2	1	0,437	162,377	9742,6104	19485,2208	19,4852	19,48 mg GR/0,0048 mg protein/ 20 menit
	2	0,430	159,766	9585,984	19171,968	19,1720	19,17 mg GR/0,0048 mg protein/ 20 menit
	3	0,518	192,583	11555,0016	23110,0032	23,1100	23,11 mg GR/0,0047 mg protein/ 20 menit
	4	0,412	153,054	9183,2304	18366,4608	18,3665	18,36 mg GR/0,0048 mg protein/ 20 menit
G3	1	0,345	128,068	7684,092	15368,184	15,3682	15,36 mg GR/0,0046 mg protein/ 20 menit
	2	0,177	65,418	3925,0584	7850,1168	7,8501	7,850 mg GR/0,0044 mg protein/ 20 menit
	3	0,191	70,639	4238,3112	8476,6224	8,4766	8,476 mg GR/0,0043 mg protein/ 20 menit
	4	0,429	159,393	9563,6088	19127,2176	19,1272	19,12 mg GR/0,0046 mg protein/ 20 menit
G4	1	0,630	234,350	14061,024	28122,048	28,1220	28,12 mg GR/0,0045 mg protein/ 20 menit
	2	0,403	149,698	8981,8536	17963,7072	17,9637	17,96 mg GR/0,0048 mg protein/ 20 menit
	3	0,522	194,075	11644,5024	23289,0048	23,2890	23,28 mg GR/0,0049 mg protein/ 20 menit
	4	0,421	156,410	9384,6072	18769,2144	18,7692	18,76 mg GR/0,0050 mg protein/ 20 menit

Lampiran 9. Data Aktivitas Enzim *Acid Invertase*

Genotip	Replikasi	OD	A ($\mu\text{g}/50\mu\text{L}$)	B ($\mu\text{g}/3000\mu\text{L}$)	($\mu\text{g}/\text{g}$)	(mg/g)	Kandungan enzim
G0	1	0,470	174,683	10480,992	20961,984	20,9620	20,96 mg GR/0,0047 mg protein/ 20 menit
	2	0,619	230,248	13814,8968	27629,7936	27,6298	27,63 mg GR/0,0045 mg protein/ 20 menit
	3	0,679	252,623	15157,4088	30314,8176	30,3148	30,31 mg GR/0,0044 mg protein/ 20 menit
	4						
G1	1	0,498	185,125	11107,4976	22214,9952	22,2150	22,22 mg GR/0,0044 mg protein/ 20 menit
	2	0,540	200,788	12047,256	24094,512	24,0945	24,09 mg GR/0,0047 mg protein/ 20 menit
	3	0,639	237,707	14262,4008	28524,8016	28,5248	28,52 mg GR/0,0046 mg protein/ 20 menit
	4						
G2	1	0,524	194,821	11689,2528	23378,5056	23,3785	23,38 mg GR/0,0048 mg protein/ 20 menit
	2	0,456	169,462	10167,7392	20335,4784	20,3355	20,34 mg GR/0,0048 mg protein/ 20 menit
	3	0,394	146,341	8780,4768	17560,9536	17,5610	17,56 mg GR/0,0047 mg protein/ 20 menit
	4	0,527	195,940	11756,3784	23512,7568	23,5128	23,51 mg GR/0,0048 mg protein/ 20 menit
G3	1	0,371	137,764	8265,8472	16531,6944	16,5317	16,53 mg GR/0,0046 mg protein/ 20 menit
	2	0,153	56,468	3388,0536	6776,1072	6,7761	6,78 mg GR/0,0044 mg protein/ 20 menit
	3	0,190	70,266	4215,936	8431,872	8,4319	8,43 mg GR/0,0043 mg protein/ 20 menit
	4	0,409	151,935	9116,1048	18232,2096	18,2322	18,23 mg GR/0,0046 mg protein/ 20 menit
G4	1	0,553	205,636	12338,1336	24676,2672	24,6763	24,68 mg GR/0,0045 mg protein/ 20 menit
	2	0,389	144,477	8668,6008	17337,2016	17,3372	17,34 mg GR/0,0048 mg protein/ 20 menit
	3	0,579	215,331	12919,8888	25839,7776	25,8398	25,84 mg GR/0,0049 mg protein/ 20 menit
	4	0,335	124,339	7460,34	14920,68	14,9207	14,92 mg GR/0,0050 mg protein/ 20 menit

Lampiran 10. Data Aktivitas Enzim *Netral Invertase*

Genotip	Replikasi	OD	A ($\mu\text{g}/50\mu\text{L}$)	B ($\mu\text{g}/3000\mu\text{L}$)	($\mu\text{g}/\text{g}$)	(mg/g)	Kandungan enzim
G0	1	0,469	174,31	10458,62	20917,23	20,92	20,92 mg GR/0,0047 mg protein/ 20 menit
	2	0,574	213,47	12808,01	25616,03	25,62	25,62 mg GR/0,0045 mg protein/ 20 menit
	3	0,693	257,84	15470,66	30941,32	30,94	30,94 mg GR/0,0044 mg protein/ 20 menit
	4						
G1	1	0,568	211,23	12673,76	25347,52	25,35	25,35 mg GR/0,0044 mg protein/ 20 menit
	2	0,471	175,06	10503,37	21006,73	21,01	21,01 mg GR/0,0047 mg protein/ 20 menit
	3	0,568	211,23	12673,76	25347,52	25,35	25,35 mg GR/0,0046 mg protein/ 20 menit
	4						
G2	1	0,474	176,17	10570,49	21140,99	21,14	21,14 mg GR/0,0048 mg protein/ 20 menit
	2	0,460	170,95	10257,24	20514,48	20,51	20,51 mg GR/0,0048 mg protein/ 20 menit
	3	0,465	172,82	10369,12	20738,23	20,74	20,74 mg GR/0,0047 mg protein/ 20 menit
	4	0,414	153,80	9227,98	18455,96	18,46	18,46 mg GR/0,0048 mg protein/ 20 menit
G3	1	0,274	101,59	6095,45	12190,91	12,19	12,19 mg GR/0,0046 mg protein/ 20 menit
	2	0,159	58,71	3522,30	7044,61	7,04	7,04 mg GR/0,0044 mg protein/ 20 menit
	3	0,187	69,15	4148,81	8297,62	8,30	8,30 mg GR/0,0043 mg protein/ 20 menit
	4	0,413	153,43	9205,61	18411,21	18,41	18,41 mg GR/0,0046 mg protein/ 20 menit
G4	1	0,518	192,58	11555,00	23110,00	23,11	23,11 mg GR/0,0045 mg protein/ 20 menit
	2	0,510	189,60	11376,00	22752,00	22,75	22,75 mg GR/0,0048 mg protein/ 20 menit
	3	0,475	176,55	10592,87	21185,74	21,19	21,19 mg GR/0,0049 mg protein/ 20 menit
	4	0,398	147,83	8869,98	17739,96	17,74	17,74 mg GR/0,0050 mg protein/ 20 menit